



Rapporto finale dell'Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici

relativo all'infortunio

dell'elicottero Brinkert Mini-500, HB-YJK, della categoria autocostruiti

del 3 novembre 2001

a San Vittore, comune di San Vittore / GR

Ursache

Der Unfall wurde durch den Verlust der Kontrolle über den Helikopter nach einer Motorpanne (Kolbenfresser) und dem anschliessenden Verlust eines Rotorblattes verursacht.

Rapporto finale

Il presente rapporto è stato redatto al solo scopo di favorire la prevenzione degli infortuni aeronautici. Le valutazioni giuridiche delle cause e delle circostanze dell'infortunio non sono oggetto dell'inchiesta (Art. 24 della Legge aeronautica)

Proprietario:	Privato
Esercente:	Privato
Tipo d'aeromobile:	Elicottero monoposto autocostruito Brinkert Mini 500
Immatricolazione:	HB-YJK
Luogo:	San Vittore / GR
Data e ora:	3 novembre 2001, 10:05 LT (LT = UTC + 1)

Generale

Riassunto

Sabato 3 novembre 2001, un elicottero monoposto autocostruito decollò dall'aeroporto di Locarno-Magadino per un volo privato. Venti minuti dopo il decollo, l'elicottero precipitò sull'autostrada A13 nelle vicinanze di San Vittore/GR.

Inchiesta

L'inchiesta è stata condotta dall'Ufficio d'Inchiesta sugli infortuni Aeronautici (UIIA) in collaborazione con la Polizia cantonale dei Grigioni.

L'inchiesta ha dovuto essere limitata ai punti principali poiché questo modello d'aeromobile é privo di certificazione.

1 Fatti stabiliti

1.1 Antefatti e svolgimento del volo

Il pilota, a bordo del piccolo elicottero autocostruito, decollò dall'aeroporto di Locarno-Magadino alle 09:45 ed atterrò sull'aerodromo di San Vittore, sostando per alcuni minuti al suolo con il motore acceso. In seguito decollò, si diresse dapprima verso Rovereto/GR, eseguì una virata e volò in direzione di Bellinzona. Poco prima di Lumino, alcuni testimoni che osservavano l'elicottero lo videro inclinarsi lateralmente ed in avanti, perdere un pezzo in aria e precipitare, privo di controllo, sulla carreggiata est-ovest dell'autostrada A13. In seguito alla caduta, il pilota subì ferite mortali.

Nonostante il forte traffico sull'autostrada, nessun veicolo in transito rimase coinvolto.

1.2 Danni alle persone

	Equipaggio	Passeggeri	Terzi
Feriti mortalmente	1	---	---
Feriti gravemente	---	---	---
Feriti leggermente o incolumi	---	---	---

1.3 Danni all'aeromobile

Distrutto.

1.4 Danni a terzi

Del carburante si è sparso sul campo stradale.

1.5 Persone coinvolte

1.5.1 Pilota

Cittadino svizzero, anno di nascita 1950

Licenza: Licenza di pilota privato d'elicottero PPL(H), rilasciata nel 1998 dall'Ufficio federale per l'Aviazione civile (UFAC), valida fino al 11.12.2001

Inizio dell'istruzione: Dicembre 1988

Qualificazioni: Radiotelegrafia inglese RTI (VFR)

Abilitazioni: Hughes 300

Ultimo controllo medico: 22.11.2000, Risultato: abile

1.5.1.1 Esperienza di volo

Esperienza totale:	118 h	Durante gli ultimi 90 giorni:	7 h
Con il tipo accidentato:	42 h	Durante gli ultimi 90 giorni:	6 h

1.6 Aeromobile

Tipo:	Brinkert Mini 500
Caratteristiche:	Costruzione amatoriale (Scatola di montaggio)
Anno di costruzione e S/N:	2000 / 480
Motore:	Rotax 582 DCDI, S/N 5,162.743
Genere d'impiego:	Traffico non commerciale
Ore di volo:	49 ore
Massa e centro di gravità:	Peso e centro di gravità al momento dell'infortunio entro i limiti prescritti.
Certificato di navigabilità:	Provvisorio, rilasciato dall'UFAC il 16.10.2001, valido fino al 31.05.2002.

1.7 Situazione meteorologica**1.7.1 Situazione meteorologica generale**

Il tempo in Svizzera è caratterizzato da una zona d'alta pressione che si estende dal vicino Atlantico fino alla Francia.

1.7.2 Situazione meteorologica locale al momento dell'incidente

I seguenti dati meteorologici, inerenti all'ora ed al luogo dell'incidente, sono un'interpolazione temporale e spaziale delle osservazioni di diverse stazioni meteorologiche. L'interpolazione è stata eseguita da MeteoSvizzera

Tempo/Nuvole:	Cielo sereno
Visibilità:	circa 20 km
Vento:	Da 080°, 2-4 nodi
Temperatura/Punto di rugiada:	+8 °C/ +5 °C
Pressione atmosferica:	QNH 1033 hPa
Pericoli:	nessuno
Posizione del sole:	Azimut: 148° Altezza: 23°

1.8 Installazioni di radionavigabilità al suolo

Non coinvolte

1.9 Comunicazioni radiotelefoniche

Dopo il normale annuncio standard al decollo, non vi sono state ulteriori comunicazioni radio.

1.10 Impianti aeroportuali

Non coinvolti

1.11 Registratore di parametri

Non prescritto, non installato.

1.12 Costatazioni sul luogo dell'incidente

1.12.1 Luogo dell'incidente

Autostrada A13

Coordinate: 726 700 / 121 340 Quota: 240 m/M

Carta della Svizzera: 1:25 000 Foglio 1314 Passo San Jorio

1.12.2 Relitto

L'elicottero è caduto con una traiettoria quasi verticale, toccando il suolo con un forte angolo a picchiare ed una pronunciata inclinazione a destra.

I comandi di volo presentavano diverse rotture e deformazioni, causate dal collasso della testa del rotore principale e dall'impatto con il suolo. Durante il controllo visivo, non sono stati rilevati difetti anteriori all'impatto.

Il serbatoio era rotto, il carburante si era sparso sulla carreggiata e non è stato possibile analizzarlo.

La trave di coda, spezzata in tre tronconi, era unita solo dal cavo d'acciaio di comando del passo del rotore di coda. Le rotture erano dovute alla collisione con la pala principale no.1 ed alla rotazione residua dell'albero di trasmissione di coda, pure sezionato.

La pala No. 1 del rotore principale fu ritrovata a circa 80 metri dal luogo dell'impatto, in un boschetto situato lungo il percorso dell'elicottero. La pala era spezzata a R 49 cm, all'altezza del punto più debole, all'estremità esterna della sovrapposizione della radice al longherone. Presentava inoltre una rottura del rivestimento a R 202 cm ed era piegata verso il bordo d'attacco e l'intradosso. Da questo punto, erano visibili tracce di vernice gialla e rossa dovute all'impatto con la trave di coda (*blade strike*). Le rotture alla testa del rotore confermano la violenza dell'impatto. Le piastre che fissano i due bracci dell'albero (rotore a bilanciata) erano state deformate dall'inerzia del rotore al momento della collisione (*sudden stoppage*); i bulloni di fissaggio delle piastre erano tranciati (*shearing*). La pala No. 2 del rotore, anch'essa entrata in collisione con la trave di coda, presentava una rottura alla radice simile a quella della pala No. 1 ma senza il cedimento del longherone. L'estremità di questa pala era piegata verso il bordo

d'attacco. La deformazione dell'albero del rotore era tale da provocarne il distacco del rivestimento superficiale in cromo. Erano inoltre chiaramente reperibili le impronte dovute al forte flapping delle pale (*mast bumping*). Le impronte degli ingranaggi, impresse sulla struttura centrale deformata dall'impatto al suolo, provano che la trasmissione principale ed il rotore erano fermi al momento dell'urto. Un surriscaldamento della trasmissione principale può essere escluso, poiché l'apposita carta reattiva applicatavi (*temperature recorder*) non indicava valori anormali.

Il motore, seriamente danneggiato dall'urto, è stato ispezionato. Dall'ispezione risulta che il grippaggio del pistone del cilindro posteriore era dovuto a surriscaldamento. La colorazione delle candele evidenziava una combustione magra.

Attraverso i punti di rottura della struttura centrale, si notava una pronunciata corrosione all'interno dei tubi d'acciaio del traliccio.

Ulteriori constatazioni sul luogo dell'incidente:

- Le cinture di sicurezza erano allacciate.
- Il pilota non portava il casco di protezione.
- La manetta del gas, applicata alla leva del comando passo collettivo (*Pitch*) si trovava a metà corsa.
- Il comando del „Primer“ era assicurato.
- Il selettore dei magneti era sul sinistro (L) e la chiave leggermente piegata.
- L'indicatore dei giri del rotore era rotto e privo di lancette.
- L'indicatore ausiliario dei giri del motore era distrutto.
- L'indicatore doppio della temperatura dei gas di scarico (EGT) era distrutto.
- L'indicatore della temperatura del liquido di raffreddamento era danneggiato ed indicava 135°.
- L'avvisatore acustico „Rotor Low RPM Alarm“ è stato controllato e funzionava normalmente.

1.13 Reperti medici

La salma del pilota è stata sottoposta ad autopsia.

Non è stata riscontrata alcuna traccia di droghe, medicinali od alcol.

Il decesso è dovuto unicamente alle ferite riportate nel corso dell'incidente. L'uso del casco di sicurezza non avrebbe evitato l'esito letale dell'incidente.

1.14 Incendio

Non si è sviluppato alcun incendio.

1.15 Possibilità di sopravvivenza

Nessuna

1.16 Ricerche particolari

Il motore è stato ispezionato. L'ispezione ha stabilito che il pistone del cilindro posteriore era grippato. La colorazione delle candele ha evidenziato una combustione magra. E' stato appurato che per il carburatore erano stati utilizzati iniettori del tipo HD 150.

Nella tabella „*Carburator Calibration Sheet*“ del catalogo dei ricambi prima edizione (*Illustrated Parts Catalog P/N 899.487 Edition: 0 from 2000 01 01*) il motore 582 DCDI/48kW viene equipaggiato con iniettori principali HD 165. Al momento della fornitura del motore dell'aeromobile HB-YJK, il succitato catalogo non esisteva ancora. Secondo gli atti tecnici, nel corso della prima sostituzione fu installato un iniettore HD 165.

In una circolare del 20 settembre 1999, intitolata *“Warning! Failure to re-jet the carburetors on this engine for helicopter use will result in death, injury, or expensive equipment failure!”*, la Revolution Helicopter Corporation Inc. (RHCI successore della Brinkert) prescrive le diverse configurazioni dei carburatori in funzione delle condizioni atmosferiche (*density altitude*):

-500 to 1500 ft	(-150 a 460 m)	Supplied Jetting > 165
1500 to 2500 ft	(460 a 760 m)	165 main jet, 2.76 needle jet
2500 to 3500 ft	(760 a 1070 m)	162 main jet, 2.76 needle jet
3500 to 4500 ft	(1070 a 1370 m)	160 main jet, 2.74 needle jet
4500 to 6000 ft	(1370 a 1830 m)	158 main jet, 2.74 needle jet

L' "Operator Manual ROTAX" del motore cita in neretto il seguente monito:

“Danger! This engine, by its design, is subject to sudden stoppage! Engine stoppage can result in crash landings. Such crash landings can lead to serious bodily injury or death. Never fly the aircraft equipped with this engine at locations, airspeeds, altitudes, or other circumstances from which a successful no-power landing cannot be made, after sudden engine stoppage.”

Segue inoltre l' avviso:

“This is not a certificated aircraft engine. It has not received any safety or durability testing, and conforms to no aircraft standards. It is for use in experimental, uncertificated aircraft and vehicles only in which an engine failure will not compromise safety. User assumes all risk of use, and acknowledges by his use that he knows this engine is subject to sudden stoppage.”

Nei manuali, le temperature dei gas di scarico sono indicate come segue:

EGT (exhaust gas temperature)			
Pilot's Operating Handbook RHCI		Operator's manual Engine 582 DCDI	
Green	1000 to 1199 °F	Normal	930 – 1150 °F
Yellow	1200 to 1299 °F		
Red	1300 °F	Max	1200 °F

I valori indicati nel manuale di volo del costruttore dell'aereo sono maggiori rispetto a quelli prescritti dal produttore del motore. Il valore massimo indicato è di ben 100 °F superiore.

Oltre alla lettera del 20 settembre 1999, gli elicotteri Mini-500 ed i motori Rotax 582 che li equipaggiano sono già stati oggetto di numerosi fogli d'informazione:

Già nel maggio 1996, la RHCI pubblicò una „*Service Information Letter Carburetor Jetting*” nella quale si raccomandava di non superare i 1200 °F: *“If at any time your EGT's go above 1200 degrees, do not fly the aircraft until you adjust the jetting”*. Questa affermazione è in contrasto con quella del manuale di volo che prescrive un limite massimo di 1300 °F. Non è però possibile sapere se questa direttiva sia applicabile anche ai Mini-500 equipaggiati con l'impianto di scarico PEP (*Performance Enhancement Package Exhaust*) come quello in causa, poiché la modifica è stata introdotta solo nel marzo del 1998.

In seguito ai numerosi incidenti dovuti al grippaggio del motore, nel maggio del 1988 la RHCI emanò la *“Airworthiness Directive #050198 Rotax 582 re-jetting”*, che trattava la regolazione dei carburatori con misure obbligatorie applicabili a tutti i Mini-500.

2 Analisi

2.1 Dal punto di vista tecnico

La causa del grippaggio del pistone è da ricercarsi in un inadeguato rapporto di miscelazione carburante/aria. Dalle annotazioni riscontrate negli atti tecnici del motore, si deduce come l'esercente dell'aeromobile fosse alla ricerca di una miscelazione carburante/aria ottimale. Nell'arco dell'anno, nell'intento di ottenere una miscela sempre più magra, la dimensione degli iniettori principali della benzina nei due carburatori è stata ridotta in ben cinque occasioni. Secondo il rappresentante della ditta ROTAX, il motore doveva essere equipaggiato con degli iniettori principali HD 165 e non con degli HD 150 come quelli installati sull'elicottero infortunato.

Dagli atti tecnici, risulta che l'ultima sostituzione dell'iniettore ha avuto luogo il 21 maggio 2000 con l'inserimento di un HD 150. I voli di prova furono eseguiti a partire dalle ore 17:20 e la temperatura dei gas di scarico (EGT), secondo gli strumenti di bordo, raggiunse i 1100 °F. Quel giorno, all'aeroporto di Locarno-

Magadino, le condizioni meteorologiche erano le seguenti: Altitudine 198 m/M, QNH 996,3 hPa, T +16 °C, Td +9.5 °C, "density altitude" 530 m/M. Con simili condizioni sarebbe stato necessario adottare un iniettore HD 165.

Il giorno dell'incidente, 3 novembre 2001, le condizioni atmosferiche a San Vitto-re erano le seguenti: Altitudine 260 m/M, QNH 1033 hPa, T +8 °C, Td +5 °C, il che porta ad una "density altitude" locale di ca. -130m/M. Con simili condizioni sarebbe stato necessario adottare iniettori di diametro superiore a 165 (*supplied jetting*).

Il pilota era conosciuto come persona molto precisa. Per questa ragione non è possibile escludere che le indicazioni dello strumento EGT non fossero corrette.

Il procedimento per l'adattamento dei carburatori alle condizioni atmosferiche è descritto anche nel „*Reparatur Handbuch für Motorentypen 582 UL, Ausgabe 04/1995*“.

In Svizzera non esiste un certificato tipo per il Mini-500. Per questa ragione, le Autorità competenti non hanno trasformato le direttive emesse dalla RHC1 in Prescrizione di Aeronavigabilità (*Airworthiness Directive*) con carattere obbligatorio. Non è neppure appurabile se tutti i possessori di questi aeromobili fossero stati a conoscenza delle citate direttive.

Attraverso le rotture alla struttura centrale, era visibile una pronunciata corrosione all'interno dei tubi d'acciaio che ne formavano il traliccio. E' possibile che questa corrosione fosse dovuta a mancata o carente protezione anticorrosione durante la fabbricazione.

2.2 Dal punto di vista operativo

L'ultima sostituzione degli iniettori fu eseguita il 21 maggio 2000, con un regime di bassa pressione e una "density altitude" di 530 m/M. Il giorno dell'incidente, la pressione atmosferica era alta e la "density altitude" era di ca. -130 m/M. La differenza fra le due situazioni era di 660 m, il che avrebbe richiesto l'adozione di iniettori di diametro maggiore. Con simili premesse, il giorno dell'incidente l'indicazione della temperatura EGT doveva essere superiore ai 1200 °F. Non è stato possibile stabilire per quale ragione il pilota non se ne sia reso conto.

Al momento dell'incidente, l'elicottero si trovava a bassa quota, probabilmente in fase di salita per il volo di ritorno alla base. Il grippaggio del motore, dovuto a surriscaldamento, ha sorpreso il pilota a quota ridotta ed in una zona poco idonea ad un atterraggio in autorotazione (bosco, fiume, autostrada A13). L'improvviso arresto del motore in fase di salita giustifica la repentina perdita di giri e di portanza del rotore. Secondo quanto osservato dai testimoni oculari, l'elicottero s'inclinò verso destra ed in avanti. Questo movimento potrebbe essere spiegato con un tentativo d'inizio dell'autorotazione. Stando alle affermazioni fatte prima dell'incidente dallo stesso pilota deceduto e da altri piloti di Mini-500, questo tipo d'elicottero è particolarmente instabile e s'inclina in avanti quando s'inizia un'autorotazione. La sua costruzione, con rotore a bilanciare, lo rende inoltre soggetto al fenomeno del "mast bumping", tipico dei rotori di questo tipo.

Con la perdita di una delle due pale del rotore, il velivolo divenne incontrollabile e precipitò al suolo.

3 Conclusioni

3.1 Accertamenti

- Il pilota possedeva una licenza di pilota PPL (H).
- Al momento dell'incidente, il pilota era allacciato con le cinture di sicurezza, ma non portava un casco di protezione. Dal rapporto d'autopsia, si evince che il decesso fu dovuto unicamente alle ferite riportate nel corso dell'incidente e che il porto del casco non avrebbe potuto evitarlo.
- L'elicottero aveva un certificato di navigabilità provvisorio, valido per voli secondo il manuale di volo provvisorio.
- Pesì e centro di gravità erano entro i limiti prescritti.
- Al momento dell'incidente, il carburatore era equipaggiato con un iniettore HD 150 invece del tipo HD 165 consigliato.
- La situazione meteorologica era caratterizzata da alta pressione (QNH 1033 hPa).
- La temperatura era di +8 °C.
- La "density altitude" era di circa -130 m/M.

3.2 Causa

L'incidente è stato causato da una perdita di controllo dell'elicottero, in seguito ad un guasto al motore (grippaggio), ed alla conseguente perdita di una pala del rotore.

4 Raccomandazioni

L'UFAC dovrebbe valutare l'opportunità di trasmettere i seguenti consigli agli utilizzatori di motori Rotax di questo tipo e di elicotteri Mini 500.

No. 349: Le raccomandazioni della *Revolution Helicopter Corporation Inc.* (RHCI) e della Rotax devono essere integrate nel manuale di volo del Mini-500.

No. 350: Le discordanze riscontrate tra i valori delle temperature EGT indicate nei manuali RHCI e nelle prescrizioni Rotax devono essere eliminate.

No. 351: Lo strumento EGT deve essere verificato periodicamente.

Berna, 17 marzo 2005

Ufficio d'inchiesta sugli infortuni aeronautici

Il presente rapporto è stato redatto al solo scopo di favorire la prevenzione degli infortuni aeronautici. Le valutazioni giuridiche delle cause e delle circostanze dell'infortunio non sono oggetto dell'inchiesta (Art. 24 della Legge aeronautica)

Allegato 1



Relitto sull'autostrada con una sola pala del rotore

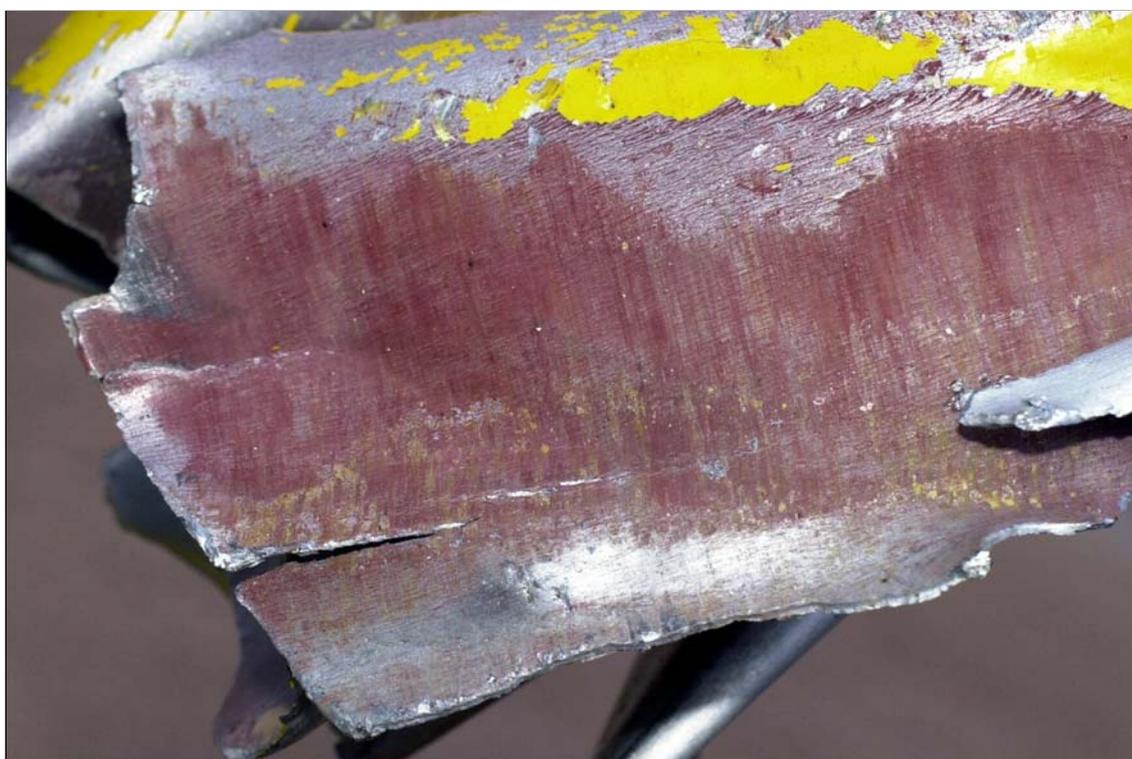


Pala del rotore ritrovata nel bosco

Allegato 2



Pistone grippato



Tracce di sfregamento delle pale del rotore sulla fusoliera